

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007年7月5日 (05.07.2007)

PCT

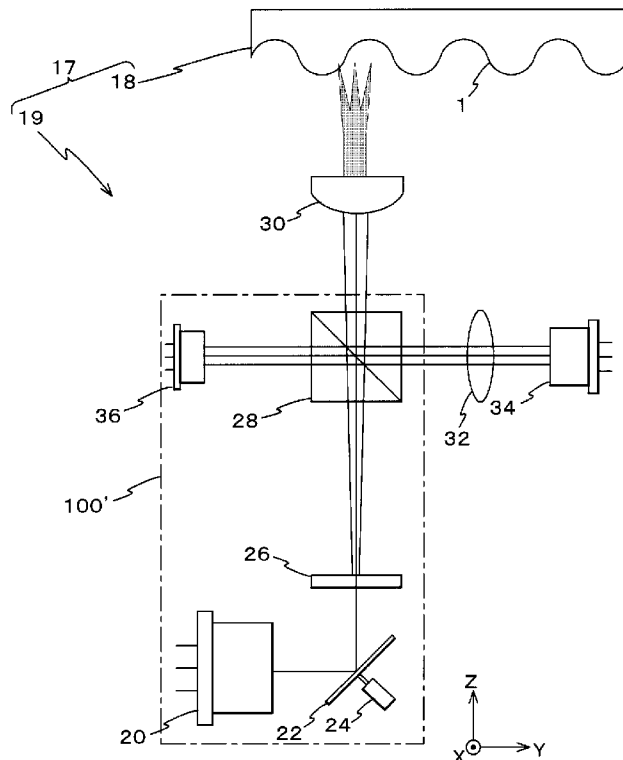
(10) 国際公開番号
WO 2007/074752 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/26 (2006.01) G01D 5/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/325712
- (22) 国際出願日: 2006年12月25日 (25.12.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2005-377647
2005年12月28日 (28.12.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo (JP). 株式会社仙台ニコン (SENDAI NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒9811221 宮城県名取市田高字原277番地 Miyagi (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 今井 亨 (IMAI, Toru) [JP/JP]; 〒9811221 宮城県名取市田高字原277番地 株式会社仙台ニコン内 Miyagi (JP). 渡邊 昭宏 (WATANABE, Akihiro) [JP/JP]; 〒9811221 宮城県名取市田高字原277番地 株式会社仙台ニコン内 Miyagi (JP).
- (74) 代理人: 立石 篤司 (TATEISHI, Atsuji); 〒2060035 東京都多摩市唐木田一丁目53番地9 唐木田センタービル 立石国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

/ 続葉有 /

(54) Title: TILT SENSOR AND ENCODER

(54) 発明の名称: チルトセンサ及びエンコーダ



(57) Abstract: An optical unit (26) is provided with a first diffraction grating (127a) and a second diffraction grating (127b) which is arranged at a position at a prescribed distance from the first diffraction grating in a Z axis direction. The status of light interfered by both the first diffraction grating and the second diffraction grating of the optical unit change corresponding to relative angle change of illuminating light projected from a light source and the optical unit. Therefore, relative angle relationship between the illuminating light and the optical unit can be measured by receiving the interference light by a light receiving element.

(57) 要約: 光学ユニット(26)に、第1の回折格子(127a)と、該第1の回折格子に対し、Z軸方向に関して所定距離離れた位置に設けられた第2の回折格子(127b)とが設けられており、光源から射出される照明光と、光学ユニットと、の相対的な角度変化に応じて、光学ユニットの第1の回折格子と第2の回折格子の両方で干渉する光の状態が変化する。したがって、その干渉光を受光素子で受光することにより、照明光と光学ユニットとの相対的な角度関係を計測することが可能となる。



SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

チルトセンサ及びエンコーダ

技術分野

- [0001] 本発明はチルトセンサ及びエンコーダに係り、更に詳しくは、照明光と回折格子との相対的なチルト量を計測するチルトセンサ及び該チルトセンサを備えるエンコーダに関する。

背景技術

- [0002] 従来より、被検物体の位置を計測するために、例えば、特許文献1に記載されているような光学式エンコーダが用いられていた。
- [0003] この光学式エンコーダは、移動体とともに移動する移動回折格子と、固定のインデックス回折格子との両方を経由した照明光の強度を、両者の回折格子の相対位置ずれを示す情報として検出するエンコーダであり、いわゆる回折干渉方式のエンコーダと呼ばれている。
- [0004] このような光学式エンコーダは、格子の配列方向についての位置計測のみが可能である。しかるに、最近では、被検物体の回転(被検物体とともに移動する移動格子の格子が形成された面に対する傾斜方向)についても計測することが必要と考えられている。
- [0005] また、例えば特許文献2に記載されている、変調方式エンコーダの3ビーム生成用の回折格子に入射する光の入射角についても計測できれば、変調方式エンコーダによる正確な位置計測を実現することが可能となる。

- [0006] 特許文献1:特開2005-55360号公報

特許文献2:米国特許第6,639,686号明細書

発明の開示

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明は、上述した事情の下になされたものであり、第1の観点からすると、照明光を出射する光源と;第1の回折格子と、前記第1の回折格子に対し、前記照明光の光路方向に関して所定の位置関係で配置された第2の回折格子とを有する光学ユニッ

トと;前記光学ユニットで干渉した光を受光し、前記照明光と前記光学ユニットとの相対的な角度変化に関する信号を出力する受光素子と;を備える第1のチルトセンサである。

[0008] これによれば、照明光と光学ユニットとの相対的な角度変化に応じて、光学ユニットの第1の回折格子と第2の回折格子で干渉する光の状態が変化し、その干渉光を受光した受光素子から、照明光と光学ユニットとの相対的な角度変化に関する信号が出力される。したがって、該信号に基づいて、照明光と光学ユニットとの相対的な角度関係を検出することが可能となる。

[0009] 本発明は、第2の観点からすると、照明光を出射する光源と;前記光源側の面に回折格子が設けられ、これと反対側の面に反射膜が形成された任意の屈折率を有する光学素子と;前記回折格子を通過した後、前記反射膜で反射され、前記回折格子を再度通過した光を受光し、前記照明光と前記光学素子との相対的な角度変化に関する信号を出力する受光素子と;を備える第2のチルトセンサである。

[0010] これによれば、光学素子に入射する照明光と光学素子との相対的な角度変化に応じて、回折格子を通過した後、反射膜で反射され、再度回折格子を通過した光の状態が変化し、その光を受光した受光素子から、照明光と光学ユニットとの相対的な角度変化に関する信号が出力される。したがって、該信号に基づいて、照明光と光学ユニットとの相対的な角度関係を検出することが可能となる。

[0011] 本発明は、第3の観点からすると、所定方向に沿って配列されたパターンに照明光を照射し、前記パターンを検出するエンコーダであって、第1の回折格子と、前記第1の回折格子に対し、前記照明光の光路方向に関して所定の位置関係で配置された第2の回折格子とを有する光学ユニットと;前記光学ユニットを経由した照明光を受光し、前記光学ユニットに入射する照明光と前記光学ユニットとの相対的な角度変化に関する信号を出力する受光素子と;を備える第1のエンコーダである。

[0012] これによれば、光学ユニットに入射する照明光と光学ユニットとの相対的な角度変化に応じて、第1、第2の回折格子で回折した光を受光する受光素子から出力される信号が変化するので、該信号に応じて光学ユニットと照明光との関係を調整することができる。したがって、調整後に、照明光を干渉させる光学ユニットを用いた位置計

測を行うことにより、高精度な位置計測を行うことが可能となる。

[0013] 本発明は、第4の観点からすると、所定方向に沿って配列されたパターンに照明光を照射し、前記パターンを検出するエンコーダにおいて、本発明の第1、第2のチルトセンサを備えることを特徴とする第2のエンコーダである。

[0014] これによれば、照明光の光軸に垂直な面内方向に関する位置を計測するエンコーダが、回折格子を有する光学ユニット又は光学素子と照明光との相対的な角度変化を検出することが可能な本発明の第1、第2のチルトセンサを備えているので、該検出された角度変化に応じて、光学ユニット又は光学素子を調整することができる。したがって、調整後に位置計測を行うことにより、高精度な位置計測を行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第1の実施形態に係るチルトセンサを示す概略図である。

[図2]図2(A)、図2(B)は、図1の光学ユニットの原理を説明するための図である。

[図3]第2の実施形態に係るエンコーダを示す概略図である。

[図4]図3の受光素子の構成を示す図である。

[図5]図5(A)、図5(B)は、チルトセンサの変形例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0016] 《第1の実施形態》

以下、本発明の第1の実施形態を図1～図2(B)に基づいて説明する。

[0017] 図1には、本第1の実施形態に係るチルトセンサ100が概略的に示されている。このチルトセンサ100は、Z軸方向(図1の紙面上下方向)に順次配列された、光源120と、コリメータレンズ121と、光学ユニット26と、受光素子136とを含んでいる。

[0018] 前記光源120としては、例えば短波長帯VCSEL(面発光レーザ)を採用することができる。この面発光レーザは、均一性が高く、高速駆動及び大規模アレイ化が可能な近赤外面発光型半導体レーザである。

[0019] 前記コリメータレンズ121は、前記光源120から出射されたレーザ光を平行光に変換する。

[0020] 前記光学ユニット26は、レーザ光を透過するガラス板から成り、チルト量を計測する

被検物体(移動体)に接続されている。このガラス板の光源120側の面には、図2(A)に拡大して示されるように、光源側格子127aが設けられ、その裏面(受光素子136側の面)には、受光素子側格子127bが設けられている。これらの格子127a, 127bは、X軸方向を長手方向とする複数のラインパターンがY軸方向に配列されて成るライン・アンド・スペースパターンであり、光源側格子127aのピッチは、例えば $25.0\mu\text{m}$ であり、受光素子側格子127bのピッチは、例えば $25.6\mu\text{m}$ である。

- [0021] 図1に戻り、前記受光素子136は、多分割受光素子から構成されている。
- [0022] このように構成されるチルトセンサ100によると、光源120から出射されたレーザ光は、コリメータレンズ121で平行光に変換されて、光学ユニット26に入射する。この光学ユニット26に入射したレーザ光は、以下のように干渉する。
- [0023] 図2(A)には、レーザ光が光学ユニット26の上面に対して垂直に入射している状態が示されている。この場合、光学ユニット26では入射した平行光に基づいて複数の回折光を光源側格子127aで発生させる。図2(A)では、それらの回折光のうち、光源側格子127aの3点(A点, B点, C点)で発生した ± 1 次回折光が示されている。
- [0024] このうち、A点で発生した $+1$ 次回折光に着目すると、この $+1$ 次回折光は、受光素子側格子127bのAB点において更に複数の回折光を発生させる。ここで、図2(A)では、 ± 1 次回折光のみを示している(括弧を付さずに示している)が、そのうちで干渉に寄与するのは、図2(A)に実線で記載されている -1 次回折光である。一方、A点で発生した -1 次回折光については、受光素子側格子127bのAC点で更に複数の回折光を発生させる。ここで、図2(A)では、 ± 1 次回折光のみを示している(括弧を付さずに示している)が、そのうちで干渉に寄与するのは、図2(A)に実線で示されている $+1$ 次回折光である。
- [0025] 次に、B点で発生した -1 次回折光に着目すると、この -1 次回折光は受光素子側格子127bのAB点において更に複数の回折光を発生させる。ここで、図2(A)では、 ± 1 次回折光のみを示している(括弧を付して示している)が、そのうちで干渉に寄与するのは、図2(A)に実線で記載されている $+1$ 次回折光である。この $+1$ 次回折光は、前述した、A点で発生した $+1$ 次回折光のうち受光素子側格子127bのAB点において発生した -1 次回折光と干渉する。

- [0026] 次に、C点で発生した+1次回折光に着目すると、この+1次回折光は、受光素子側格子127bのAC点において更に複数の回折光を発生させる。ここで、図2(A)では、±1次回折光のみを示している(括弧を付して示している)が、そのうちで干渉に寄与するのは、図2(A)に実線で記載されている-1次回折光である。この-1次回折光は、前述した、A点で発生した-1次回折光のうち受光素子側格子127bのAC点において発生した+1次回折光と干渉する。
- [0027] このようにして、光学ユニット26を経由したレーザ光の干渉により、受光素子136上に干渉縞が形成されるようになっている。
- [0028] 図2(B)には、レーザ光が光学ユニット26の上面に対して垂直からやや傾斜した角度で入射する状態が示されている。なお、この図2(B)では、図2(A)と比較して光学ユニット26の角度が同一でレーザ光が傾いた状態が示されているが、これとは逆にレーザ光の光路が同一で光学ユニット26が傾いた場合についても同様の考え方ができる。
- [0029] この場合、光学ユニット26では入射した平行光に基づいて複数の回折光を光源側格子127aで発生させるが、図2(B)では、それらの回折光のうち、光源側格子127aの3点(A点、B'点、C'点)で発生した±1次回折光のみが示されている。
- [0030] この図2(B)に示されるように、A点において発生した+1次回折光は、受光素子側格子127bのAB'点において、再度回折し、±1次回折光(図2(B)において括弧を付さずに示している)を発生する。この場合、実線で示される-1次回折光が干渉に寄与する。一方、A点において発生した-1次回折光は、受光素子側格子127bのAC'点において、再度回折し、±1次回折光(図2(B)において括弧を付さずに示している)を発生する。この場合、実線で示される+1次回折光が干渉に寄与する。
- [0031] なお、図2(B)からもわかるように、A点において発生した+1次回折光と-1次回折光の、ガラス板内での光路長は異なっている。
- [0032] 同様に、光源側格子127aのB'点における回折により発生した±1次回折光のうちの-1次回折光は、受光素子側格子127aのAB'点において再度回折され、±1次回折光(括弧を付して示している)を発生させる。このうちの実線で示される+1次回折光が上述したA点、AB'点を経由して発生する-1次回折光と干渉する。

[0033] 一方、光源側格子127aのC'点における回折により発生した±1次回折光のうちの+1次回折光は、受光素子側格子127aのAC'点において再度回折され、±1次回折光(括弧を付して示している)を発生させる。このうちの実線で示される-1次回折光が上述したA点、AC'点を經由して発生する+1次回折光と干渉する。

[0034] この場合、図2(A)と図2(B)とを比較するとわかるように、レーザ光の光軸と光学ユニット26との相対角度が変動することにより、対応する干渉光がY軸方向(本実施形態では-Y方向)にずれている、すなわち、干渉縞の干渉強度が変化する。受光素子136では、発生した干渉縞の干渉強度を検出し、受光面上における干渉縞の移動量を含む信号を不図示の制御装置に出力する。なお、本実施形態のチルトセンサ100では、計測の原点が存在しないが、初期調整において、光学ユニット26が所望の状態(例えば図2(A)に示されるようにレーザ光が光学ユニットに対して垂直に入射する状態)に設定されたときの干渉縞の位置を原点とみなして、該原点からのずれを検出することとする。

[0035] ここで、本実施形態のように、ガラス板の表裏面に格子が配置されるスケールを採用する場合、光源側格子127aをインデックススケール、受光素子側格子127bを移動スケールとみなして考えることができる。すなわち、移動スケールが傾いて、光ビーム出射位置が1ピッチ(25.6 μm)変化したとすると、ガラス内部の伝播角を θ' 、ガラスの厚みを t 、格子ピッチを p として、次式(1)のような関係になる。

$$[0036] \quad \tan \theta' = p/t \quad \cdots (1)$$

上式(1)は、ガラス内部に関する式であるので、屈折率を1.5、実際の光学ユニット26の傾斜を θ とすると、次式(2)のようになる。

$$[0037] \quad \sin \theta / \sin \theta' = 1.5$$

$$\sin \theta = 1.5 \sin[\tan^{-1}(p/t)] \quad \cdots (2)$$

ここで、格子ピッチを25.6 μm、ガラス厚を3mmとすると、 $\theta = 44$ (分)となる。したがって、干渉縞の1周期が44分に相当することから、受光素子136の内挿数を512とすると分解能は、 $44 \times 60 / 512 = \text{約} 5.16$ (秒)となる。また、受光素子136として多分割受光素子を採用しているので、90°位相の異なる点の値を検出することにより、2相信号が得られ、傾斜の方向も計測することが可能となる。

- [0038] なお、本実施形態の方式を用いることにより、傾斜に伴う±1次回折光同士の光路長差変動が発生しないので、傾斜が生じてもタルボ(トールボット)干渉の初期条件が変わることがなく、安定したチルト計測を行うことが可能である。
- [0039] 以上詳細に説明したように、本第1の実施形態のチルトセンサによると、光学ユニット26に、光源側格子127aと、該光源側格子127aに対し、Z軸方向に関して所定距離離れた位置に設けられた受光素子側格子127bとが設けられており、レーザ光と光学ユニット26との相対的な角度変化に応じて、光学ユニット26の光源側格子127aと受光素子側格子127bで回折し形成される干渉縞の強度が変化するので、該干渉縞を受光素子136で検出することにより、レーザ光と光学ユニット26との相対的な角度関係を計測することが可能となる。
- [0040] また、本実施形態では、光源側格子127aと受光素子側格子127bのピッチを異ならせているので、干渉縞の間隔(ピッチ)が大きくなる。例えば、本実施形態のように、光源側格子127aのピッチを $25.0\mu\text{m}$ 、受光素子側格子127bのピッチを $25.6\mu\text{m}$ とした場合には、約 0.8mm 程度のピッチの干渉縞が発生することになる。したがって、チルト計測に用いられる干渉縞のピッチが大きいことから、干渉縞の強度変化(受光素子136の受光面における干渉縞の移動)を精度良く検出することができる。これにより、チルト計測精度を向上することが可能である。
- [0041] 《第2の実施形態》
- 次に、本発明の第2の実施形態に係るエンコーダについて図3及び図4に基づいて説明する。図3には、本第2の実施形態のエンコーダ17の概略的な構成が示されている。
- [0042] このエンコーダ17は、Y軸方向に延びるスケール18と、ビームプローブを射出するプローブ部19とを含む。スケール18には、Y軸方向に周期性を有する反射型の回折格子(グレーティング1)が形成されている。図3に示されるように、この回折格子は凹凸面型の回折格子である。また、そのピッチ(周期)は、全区間で同一となっている。
- [0043] 前記プローブ部19は、レーザダイオード20と、該レーザダイオード20の+Y側に配置された折り曲げミラー22と、該折り曲げミラー22の+Z側に順次配置された光学

ユニット26、ビームスプリッタ28、及び対物レンズ30と、ビームスプリッタ28の＋Y側に配置されたレンズ32及び光センサ34と、ビームスプリッタ28の－Y側に配置された受光素子36とを含んでいる。

[0044] 前記レーザダイオード20は、例えば、波長640nmのレーザ光を射出する。

[0045] 前記折り曲げミラー22は、例えばピエゾ素子などを含む駆動装置24により振動される振動ミラーとしての機能を有するとともに、駆動装置24によって角度調整可能とされている。不図示の制御装置は、駆動装置24を介してレーザダイオード20から出射されるレーザ光に対するミラー22の反射面の角度を所望の角度に調整する。

[0046] 前記光学ユニット26は、前述したチルトセンサ100における光学ユニットと同様であるが、ここでは、光源側格子は、入射したレーザ光に基づいて、0次回折光のメインビームと、±1次回折光の2つのサブビームを発生する。メインビームと、2つのサブビームとの配置関係は、これらのビームがスケール上に照射されたときに、格子の配列方向に沿って2つのサブビームの間にメインビームが配置される関係にある。

[0047] 前記光センサ34はCCD等から構成されており、前記受光素子36は、前述したチルトセンサ100の受光素子136と同様であり、不図示の制御装置に検出信号を出力する。

[0048] このように構成されるエンコーダ17では、レーザダイオード20から射出されたレーザ光は、折り曲げミラー22でほぼ90° 反射され、光学ユニット26に入射し、光学ユニット26で、メインビームと2つのサブビームとに分離された後、ビームスプリッタ28を通過して、対物レンズ30によってスケール18上のグレーティング1上に到達する。そして、グレーティング1上で反射したレーザ光は、対物レンズ30を通過して、ビームスプリッタ28で反射し、レンズ32を経由して、光センサ34で受光される。光センサ34からの信号は、不図示の制御装置へ送られる。なお、この制御装置における信号検出の原理及び回路構成は、特表2000－511634号公報及び米国特許第6,639,686号明細書等に詳細に開示されている。本国際出願で指定した指定国(又は選択した選択国)の国内法令が許す限りにおいて、上記米国特許明細書における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

[0049] なお、光センサ34では、0次回折光のメインビームと、±1次回折光の2つのサブビ

ームとに分割された状態で受光される。したがって、このようなプローブ部を採用した場合、光センサ34としては、図4に示されるように、メインビーム検出用の4分割の光センサ34₃と、サブビーム検出用の2つのセンサ34₁、34₂を用いることができる。

[0050] 2つのサブビームの受光結果、すなわち光センサ34₁、34₂からの検出信号のいずれか一方からは、グレーティング1の峰と、ビームプローブの振動中心との相対距離を検出することが可能である。光センサ34₁、34₂からの信号から検出された振幅及び位相の検出値を加算した結果をエンコーダの計測値として検出し、減算した結果をレーザダイオードの位置ドリフトなどによるビームプローブのドリフト量として検出している。

[0051] なお、4分割の光センサ34₁の各センサの出力を例えばa, b, c, dとすると、メインビームの検出結果からは、2つの信号(a+b+c+d, a+c-b-d)を作成することができる。この2つの信号は、90度の位相差を有しているので、この2つの信号は、制御装置へ送られ、対物レンズ30とグレーティング1とのフォーカス制御に用いられる。

[0052] このように、プローブ部19は、スケール18に向けてレーザ光を出力し、スケール18のグレーティング1上で反射したレーザ光(ビームプローブ)を光センサ34で受光し、その受光結果に相当する信号を出力している。

[0053] ところで、図3からわかるように、光学ユニット26を通過し、ビームスプリッタ28で反射されたレーザ光は、受光素子36に入射する。したがって、図3のエンコーダ17のプローブ部19においては、レーザダイオード20は、図1のチルトセンサ100の光源120に対応し、受光素子36は図1の受光素子136に対応し、光学ユニット26はチルトセンサ100の光学ユニット26と同一であるので、これらと、折り曲げミラー22とにより、図1のチルトセンサ100と同一の機能を有するチルトセンサ100'が構成されていることになる。このチルトセンサ100'により、光学ユニット26と、光学ユニット26に入射するレーザ光との相対角度を検出することができる。したがって、制御装置では、このチルトセンサ100'による検出結果に基づいて駆動装置24を介して折り曲げミラー22の角度を調整することにより、光学ユニット26に入射するレーザ光の角度を調整する。これにより、レーザ光を光学ユニット26に理想的な角度で入射させることができるので、エンコーダ17による計測を精度良く行うことが可能となる。

- [0054] なお、光学ユニット26からはメインビームと2つのサブビームが発生しているので、これらのビームから相対角度を求めても良いし、3つのビームのうち、いずれか1つを用いて相対角度を求めても良い。
- [0055] 以上説明したように、本実施形態のエンコーダによると、レーザ光と光学ユニット26との相対的な角度関係を計測することが可能なチルトセンサ100'を含んでいることから、このチルトセンサ100'による検出結果に基づいて、レーザ光と光学ユニット26との角度関係を調整することができる。これにより、エンコーダによる位置計測を長期に渡って精度良く行うことが可能となる。
- [0056] また、本実施形態によると、エンコーダ17のプロープ部19に設けた光学ユニット26が、光学ユニット26の傾斜を計測するための機能を備えているので、部品点数を少なくすることができるので、エンコーダ自体の大型化を抑制することができる。
- [0057] なお、上記第2の実施形態では、スケール18として反射型の回折格子を用いることとしたが、これに限らず、透過型の回折格子を用いることとしても良い。この場合、レンズ32及び光センサ34は、スケール18の+Z側に配置されることとなる。
- [0058] なお、上記第2の実施形態のエンコーダは、回折干渉方式、影絵方式のエンコーダにも採用することが可能である。
- [0059] 更に、上記第2の実施形態の光学ユニット26を、エンコーダのスケール18として用いることも可能である。
- [0060] なお、上記各実施形態では、光学ユニット26として、ガラス板を用いることとしたが、これに限らず、任意の屈折率を有する部材であれば、その素材がガラスに限られるものではない。例えば、半導体などに回折格子を形成することとしても良い。
- [0061] また、上記各実施形態では、光学ユニット26に設けられた光源側格子127aと受光素子側格子127bの格子ピッチが僅かに異なる(25.0 μm と25.6 μm)場合について説明したが、本発明がこれに限られるものではなく、両格子が同一ピッチであつても良い。
- [0062] なお、上記各実施形態では、ガラス板の表裏面それぞれに光源側格子127aと受光素子側格子127bとを設ける場合について説明したが、これに限られるものではない。例えば、図5(A)に示される構成の光学ユニット26'を採用することも可能である。

。この場合、光学ユニット26を、例えば、被測定物に固定することとすることができる。

[0063] この光学ユニット26'は、図5(A)に示されるように、ガラス板から成り、該ガラス板の+Z側の面に回折格子127'が設けられ、-Z側の面に反射膜129が設けられている。

[0064] このように構成される光学ユニット26'によると、斜めに入射したレーザ光は、回折格子127'において、回折し、±1次回折光を発生する。これら±1次回折光、及び0次光はそれぞれ反射膜129で全反射し、回折格子127'で再度回折を受ける。ここで、干渉に寄与するのは、図5(A)において実線で示される光である。

[0065] ここで、反射面を基準として展開した状態を示す図5(B)と、図2(A)、図2(B)とを比較すると原理は同様であるので、この変形例を採用した場合であっても、上記実施形態と同様の干渉が生じることが明らかである。

[0066] したがって、図2(A)、図2(B)の場合と同様に、その他の点で回折するレーザ光の回折光(回折格子127'で回折し、その後反射膜129で反射し、再度回折格子127'で回折した光)と干渉するので、光路後方に設けられた受光素子(不図示)上に、干渉縞が形成される。

[0067] この場合も上述した実施形態と同様に、レーザ光の光学ユニットへの入射角度が異なると、干渉縞の受光素子上での位置が変化するので、干渉縞の位置を検出することにより、レーザ光の光学ユニットに対する入射角度を検出することが可能である。

産業上の利用可能性

[0068] 以上説明したように、本発明のチルトセンサは、照明光と光学ユニットとの相対角度を計測するのに適している。また、本発明のエンコーダは、パターンの検出に適している。

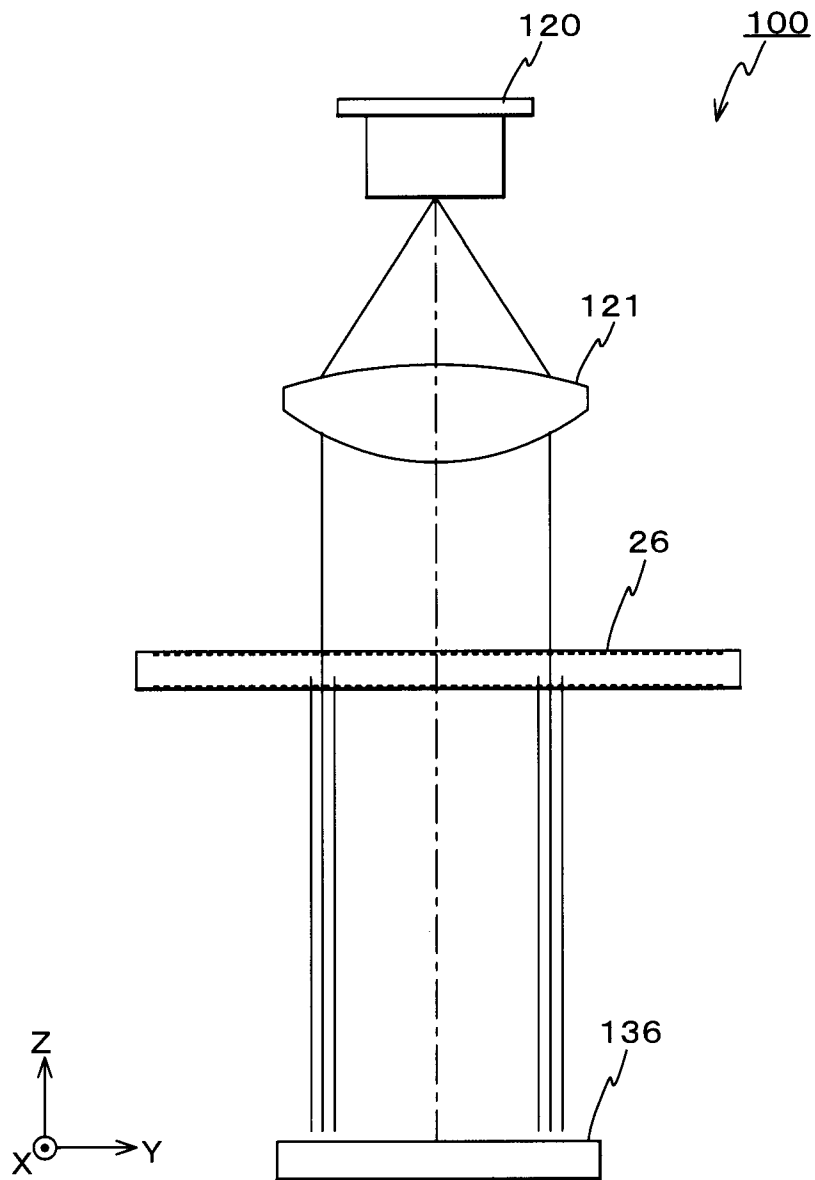
請求の範囲

- [1] 照明光を出射する光源と；
第1の回折格子と、前記第1の回折格子に対し、前記照明光の光路方向に関して所定の位置関係で配置された第2の回折格子と、を有する光学ユニットと；
前記光学ユニットで干渉した光を受光し、前記照明光と前記光学ユニットとの相対的な角度変化に関する信号を出力する受光素子と；を備えるチルトセンサ。
- [2] 請求項1に記載のチルトセンサにおいて、
前記光学ユニットは、任意の屈折率を有する部材を有し、該部材に前記第1の回折格子及び前記第2の回折格子が形成されているチルトセンサ。
- [3] 請求項2に記載のチルトセンサにおいて、
前記部材は前記照明光を透過可能な板状部材であり、
前記第1の回折格子は、前記板状部材の前記光源側の面に形成され、
前記第2の回折格子は、前記板状部材の前記光源側と反対側の面に形成されているチルトセンサ。
- [4] 請求項3に記載のチルトセンサにおいて、
前記第1の回折格子の格子ピッチ及び前記第2の回折格子の格子ピッチは、同一又は僅かに異なるチルトセンサ。
- [5] 請求項3に記載のチルトセンサにおいて、
前記第1の回折格子及び前記第2の回折格子の格子ピッチは同一であり、
前記受光素子は、前記光学ユニットに対する前記照明光の入射角度の変化を検出するチルトセンサ。
- [6] 請求項2に記載のチルトセンサにおいて、
前記部材は、ガラスから成るチルトセンサ。
- [7] 請求項1に記載のチルトセンサにおいて、
前記受光素子は、多分割受光素子であるチルトセンサ。
- [8] 照明光を出射する光源と；
前記光源側の面に回折格子が設けられ、これと反対側の面に反射膜が形成された任意の屈折率を有する光学素子と；

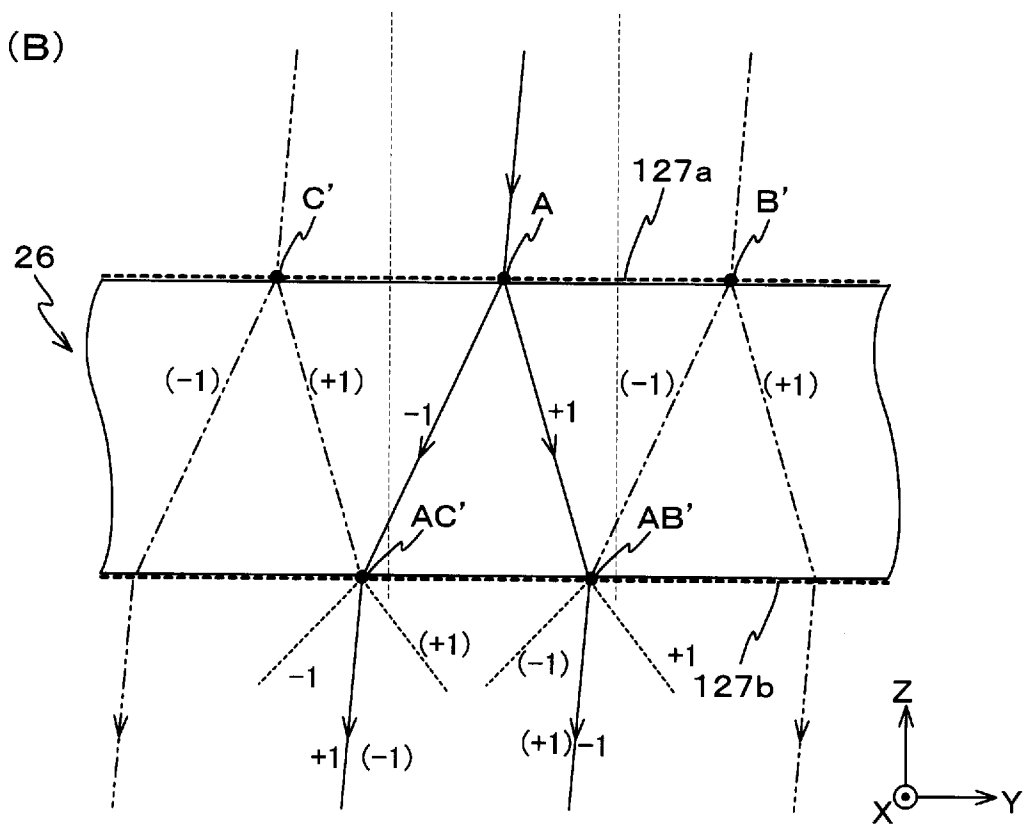
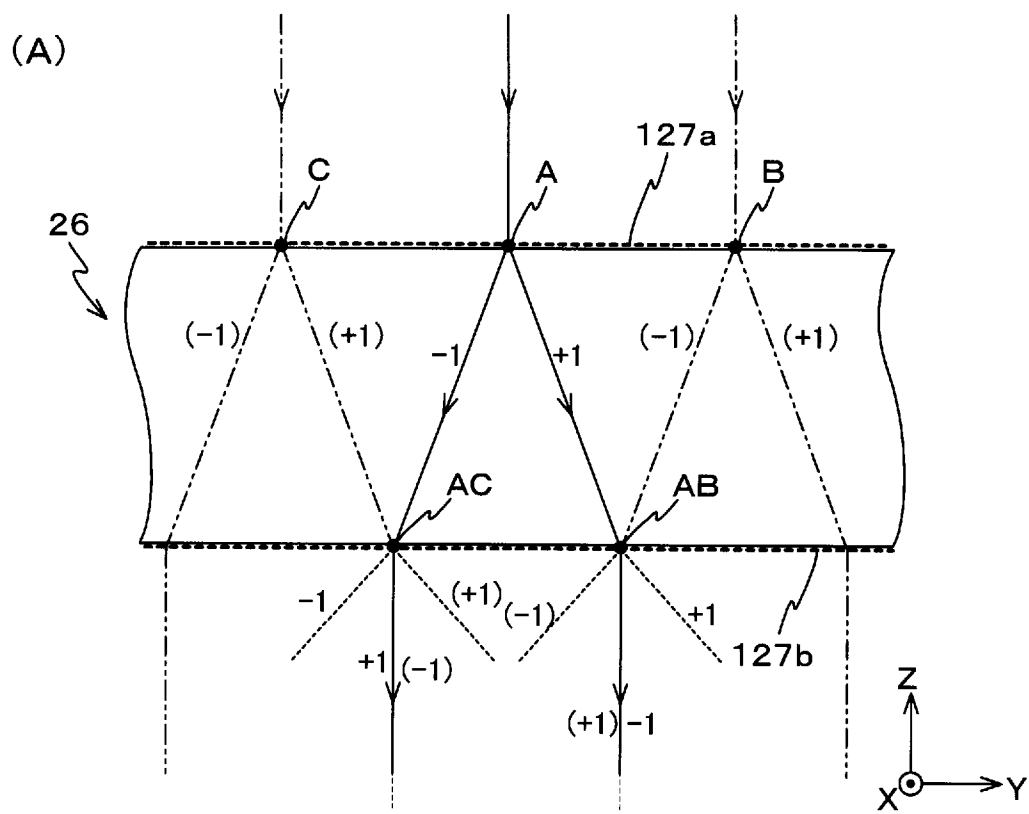
前記回折格子を通過した後、前記反射膜で反射され、前記回折格子を再度通過した光を受光し、前記照明光と前記光学素子との相対的な角度変化に関する信号を出力する受光素子と;を備えるチルトセンサ。

- [9] 請求項8に記載のチルトセンサにおいて、
前記受光素子は、多分割受光素子であるチルトセンサ。
- [10] 所定方向に沿って配列されたパターンに照明光を照射し、前記パターンを検出するエンコーダであって、
請求項1～9のいずれか一項に記載のチルトセンサを備えるエンコーダ。
- [11] 請求項10に記載のエンコーダにおいて、
前記チルトセンサを構成する光学ユニットの回折格子を被検物体の位置を計測する回折格子として用いるエンコーダ。
- [12] 所定方向に沿って配列されたパターンに照明光を照射し、前記パターンを検出するエンコーダであって、
第1の回折格子と、前記第1の回折格子に対し、前記照明光の光路方向に関して所定の位置関係で配置された第2の回折格子とを有する光学ユニットと;
前記光学ユニットを経由した照明光を受光し、前記光学ユニットに入射する照明光と前記光学ユニットとの相対的な角度変化に関する信号を出力する受光素子と;を備えるエンコーダ。
- [13] 請求項12に記載のエンコーダにおいて、
前記光学ユニットは、前記第1の回折格子と前記第2の回折格子とが形成された板状部材を有し、
前記パターンは前記板状部材に形成されるエンコーダ。

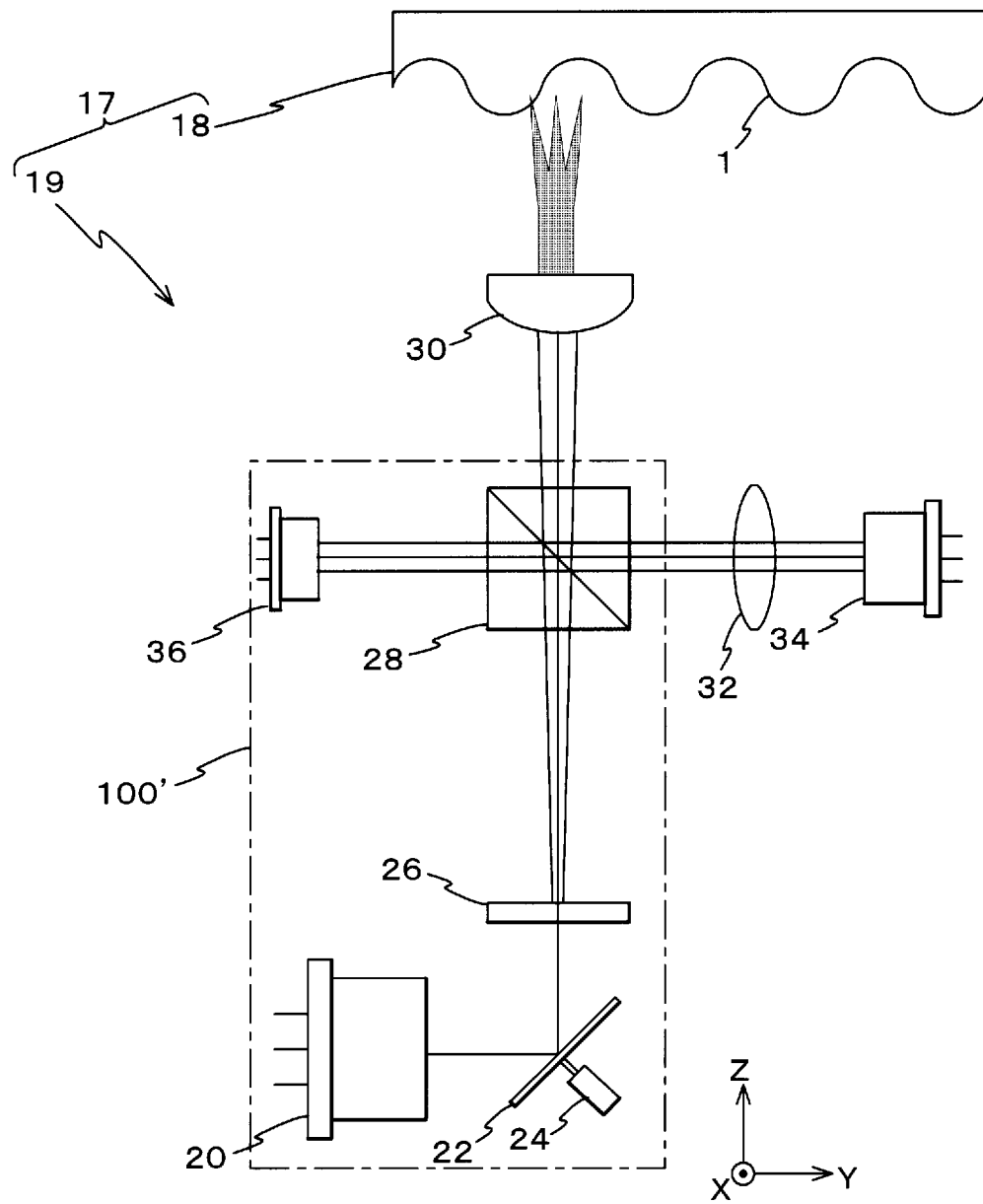
[図1]



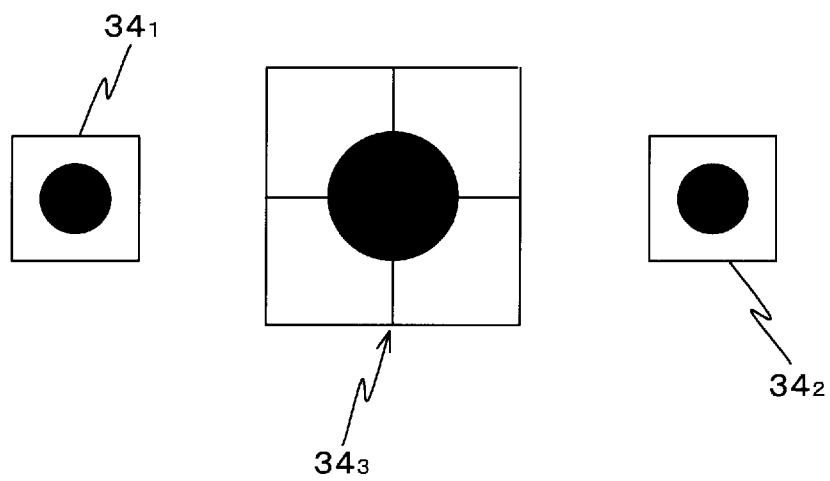
[図2]



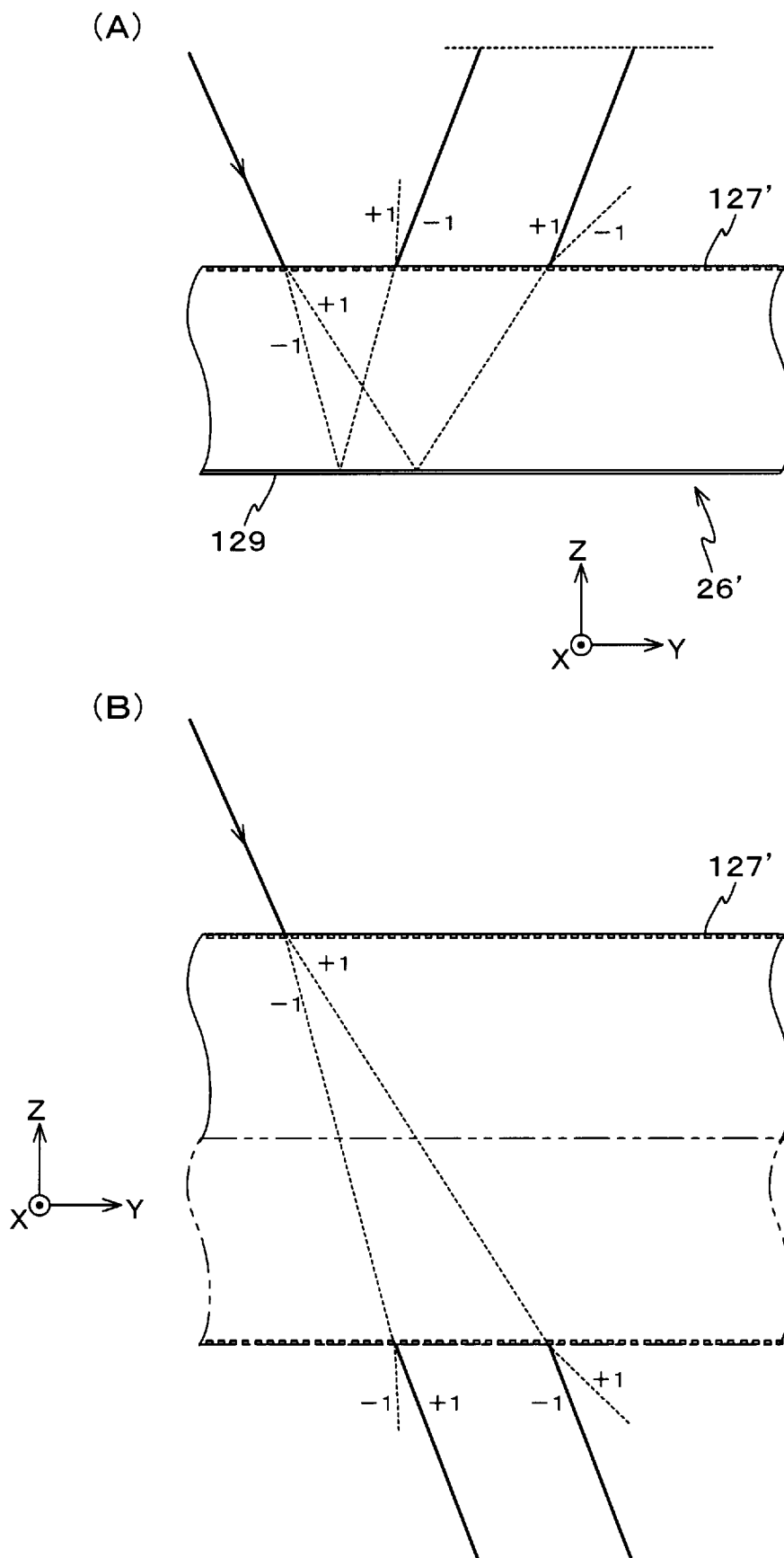
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/325712

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/26(2006.01) i, G01D5/38(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01B11/26, G01D5/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2005/106385 A1 (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 10 November, 2005 (10.11.05), Full text; all drawings & JP 2005-315649 A	1-13
A	JP 2005-106627 A (Ricoh Co., Ltd.), 21 April, 2005 (21.04.05), Full text; all drawings & US 2004/213109 A1	1-13
A	JP 5-240613 A (Canon Inc.), 17 September, 1993 (17.09.93), Full text; all drawings & EP 486050 A2 & US 5327218 A1	1-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 January, 2007 (15.01.07)

Date of mailing of the international search report
23 January, 2007 (23.01.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/325712

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 63-90719 A (Sony Corp.) , 21 April, 1988 (21.04.88) , Full text; all drawings (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01B11/26(2006.01)i, G01D5/38(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01B11/26, G01D5/38

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 7 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	WO 2 0 0 5 / 1 0 6 3 8 5 A 1 (住友重機械工業株式会社) 2 0 0 5 . 1 1 . 1 0、全文、全図& J P 2 0 0 5 - 3 1 5 6 4 9 A	1 - 1 3
A	J P 2 0 0 5 - 1 0 6 6 2 7 A (株式会社リコー) 2 0 0 5 . 0 4 . 2 1、全文、全図& U S 2 0 0 4 / 2 1 3 1 0 9 A 1	1 - 1 3
A	J P 5 - 2 4 0 6 1 3 A (キヤノン株式会社) 1 9 9 3 . 0 9 . 1 7、全文、全図& E P 4 8 6 0 5 0 A 2 &	1 - 1 3

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
1 5 . 0 1 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日
2 3 . 0 1 . 2 0 0 7

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)	2 F	9 5 0 4
井 上 昌 宏		
電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線	3 2 1 6	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	U S 5 3 2 7 2 1 8 A 1 J P 6 3 - 9 0 7 1 9 A (ソニー株式会社) 1 9 8 8 . 0 4 . 2 1、全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 1 3